

  			PROVINCIA DI BOLOGNA COMUNE DI SAN PIETRO IN CA- SALE		
TITOLO DEL PROGETTO		IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO "RNE21"			
PROPONENTE		RNE21 SRL Via San Michele del Carso, 22 – 20144 – Milano (MI) C.F.: 13055920964			
TIPO DI ELABORATO		RELAZIONE			
OGGETTO		RELAZIONE IDRAULICA PRELIMINARE			
NOME ELABORATO		RNE21.VA.R.06.00			
PROGETTISTA		 <div> Sede operativa: Via Tione, 3/A 37069 - Villafranca di Verona (VR) Tel e Fax: 045 2213000 e-mail: eos.ingegneria@gmail.com </div>			
SECONDA EMISSIONE	Integrazione per verifica di completezza	Data	FEBBRAIO 2025		
PRIMA EMISSIONE	Progetto Definitivo	Data	OTTOBRE 2024		

INDICE

PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
1.1 LOCALIZZAZIONE DEL SITO OGGETTO DI VALUTAZIONE IDRAULICA	4
1.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DIFENSIVO IDRAULICO E DIAGNOSI DELLE CRITICITÀ.....	5
2. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL RENO	6
3. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO – II CICLO (2021-2027)	9
3.1.1 Mappe di pericolosità vigenti – Reticolo di pianura (RP)	10
3.1.2 Mappe di pericolosità vigenti – Reticolo Secondario di Pianura	13
3.2 APPROFONDIMENTI REALIZZATI NELLE APSFR ARGINATE	13
3.2.1 Scenari con arginature inerodibili	14
3.2.2 Scenari con arginature erodibili	16
4. EVENTO ALLUVIONALE MAGGIO 2023	20
5. INTERVENTI DI DIFESA IDRAULICA PROGRAMMATI SUL FIUME RENO	21
5.1 CASSA DI ESPANSIONE IN LOC. BAGNETTO.....	22
6. VALUTAZIONE PRELIMINARE SUL LAYOUT DI PROGETTO.....	24
7. INVARIANZA IDRAULICA	26
7.1 CALCOLO DELLE SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE E DEI VOLUMI DA LAMINARE.....	27
7.2 SOLUZIONE PROGETTUALE PER LA LAMINAZIONE DEGLI APPORTI IDRICI	28
7.3 CONTROLLO DELLE PORTATE IN USCITA.....	31
8. CONCLUSIONI.....	34

PREMESSA

La presente relazione ha come scopo l'inquadramento a livello idraulico di un'area interessata dalla installazione di un impianto agrivoltaico.

Nei paragrafi costituenti la relazione si andranno a verificare le mappe di pericolosità idraulica relative all'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po, si analizzeranno le criticità riscontrate e gli strumenti pianificatori predisposti dall'Autorità stessa per contrastare il rischio.

A seguito della “*Comunicazione esito verifica di completezza ai sensi dell'art. 15, comma 5, della l.r. 4/2018 e dell'art. 27 bis, comma 3, del d.lgs. 152/2006*”, si è provveduto a integrare la presente relazione per soddisfare la richiesta di cui al punto e) della suddetta comunicazione, la quale recita:

“in riferimento al documento RNE21.VA.R.06.00.pdf – Relazione idraulica preliminare, si evidenzia che l'area oggetto di impianto ricade all'interno del tematismo “Controllo degli apporti d'acqua” della Tav. 3 del PTM, normato dall'art. 20 del PSAI Reno, il quale prevede che “Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua [...] Il sistema maggiore deve garantire la laminazione delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto.”. A tal proposito, si dà atto di quanto prodotto dal proponente e si chiede di integrare il suddetto documento con un'asseverazione da parte di un tecnico abilitato rispetto all'invarianza idraulica, nonché del calcolo dei volumi e delle eventuali opere previste al fine di evitare un incremento del rischio”

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

1.1 Localizzazione del sito oggetto di valutazione idraulica

L'area in esame è situata nel comune di San Pietro in Casale (BO) e risulta costeggiata dal fiume Reno a Ovest e a Nord, e dal canale di bonifica denominato Canale Emiliano Romagnolo a Est. L'area ha un'estensione di circa 21.85 ha. Il sito è posizionato in destra idraulica del fiume Reno, il quale ha uno scorrimento da Sud verso Nord. A Nord del sito, presso il comune di Dosso (FE) si rileva la presenza del canale scolmatore Cavo Napoleonico, il quale ha funzione di scolmatore delle portate di piena del fiume Reno verso il fiume Po.

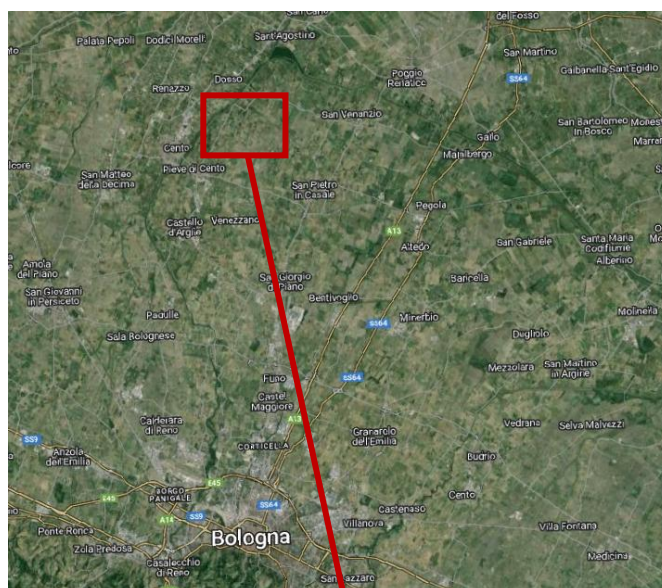


Figura 1-1. Ortfoto di inquadramento. Fonte: Google Maps.

1.2 Descrizione del sistema difensivo idraulico e diagnosi delle criticità

Il territorio in cui è localizzato il sito in esame è ricco di centri abitati, abitazioni sparse, servizi di primaria importanza, zone industriali, infrastrutture viarie di rilevanza nazionale, attività produttive e agricole.

Il sistema che mitiga gli eventi alluvionali del fiume Reno è composto da casse di espansione (in funzione e in fase di completamento), dallo scolmatore di Reno (in grado di scolmare fino a 500 m³/s verso il fiume Po), dallo sfioratore del Gallo e dal sistema arginale.

In particolare, per quanto riguarda la dimensione del sistema arginale, esso raggiunge anche i 15 m al di sopra del piano lato campagna (a valle di Cento); tali dimensioni rendono improbabile un ulteriore rialzo della sommità e ringrosso a lato campagna, sia per il raggiungimento dei limiti strutturali sia per il rischio di instabilità dei paramenti esterni e per il conseguente maggiore rischio di sifonamento.

Di seguito si elencano le casse di espansione realizzate o in fase di realizzazione sul bacino del fiume Reno:

- 1) cassa di espansione del Trebbo, di importanza strategica perché a monte dell'intero sistema di laminazione ed in grado quindi di influire sul funzionamento idraulico di ogni sua componente, per la quale è stato ottenuto il finanziamento per la progettazione;
- 2) cassa di espansione di Boschetto, ultimata e funzionante, attualmente è in stato di collaudo finale. È entrata anche in funzione in occasione dell'evento di piena del febbraio 2019;
- 3) cassa di espansione di Bonconvento, realizzata al 90% mentre l'ultimazione è finanziata e in progettazione;
- 4) cassa di espansione di Barleda, i cui lavori sono attualmente in corso;
- 5) cassa di espansione di Budrie sul Samoggia, in ultimazione e già funzionante;
- 6) cassa di espansione di Rivabella sul Lavino, realizzata al 60% mentre la restante parte è in progettazione;
- 7) cassa di espansione di Bagnetto alla confluenza del Samoggia nel Reno, i cui lavori sono attualmente in corso;
- 8) cassa di espansione Ghironda, attualmente in progettazione.

Una delle principali criticità riscontrate nell'area dell'APSFR del Reno che va da Bologna a Cento è la *subsidenza*: la campagna dei rilievi topografici eseguita a seguito della piena del 2019 ha permesso di verificare l'abbassamento della quota degli argini mediamente di 25 cm, rispetto alle sezioni arginali rilevate tra il 1995 e il 2006. Il fenomeno della subsidenza nella pianura padana, prevalentemente dovuto all'estrazione di acqua dal sottosuolo, incrementa notevolmente la pericolosità idraulica e riduce progressivamente l'efficacia delle opere di difesa.

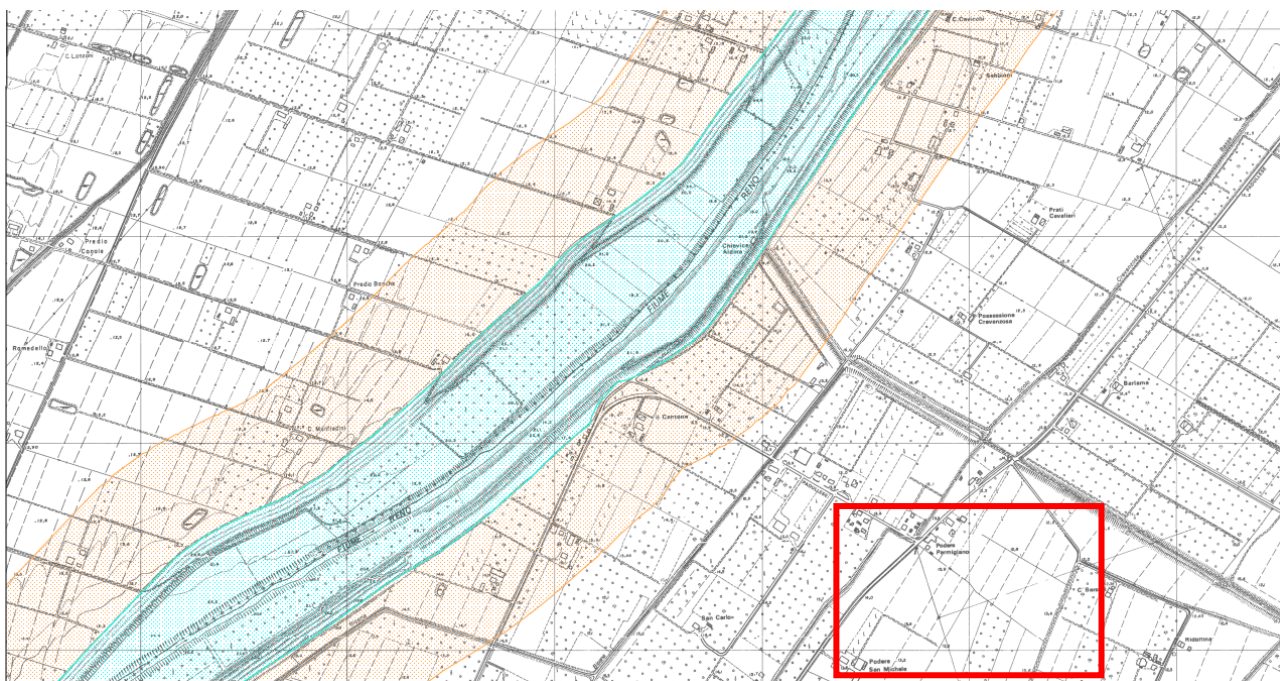
2. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL RENO

Il piano attualmente vigente per il fiume Reno è il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno con delibera n.1/1 del 06.12.2002.

Il PSAI è stato in seguito integrato con una Variante finalizzata al coordinamento con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), con Deliberazione C.I. n. 3/1 del 7 novembre 2016.

Attualmente, alla luce delle mappe vigenti del PSAI, l'area in esame **non rientra** nelle “aree ad alta probabilità di inondazione”, disciplinate dall'art. 16 delle Norme PSAI, in quanto le mappe a cui si riferisce l'art. 16 delle NTA dello PSAI risultano essere tutt'ora quelle approvate con la delibera 1/1 del 06.12.2002.

Di seguito si riporta un estratto della tavola di zonizzazione del Bacino del Reno, dove si può chiaramente notare come l'area oggetto di valutazione idraulica non sia ricompresa nella perimetrazione delle “aree ad alta probabilità di inondazione”.



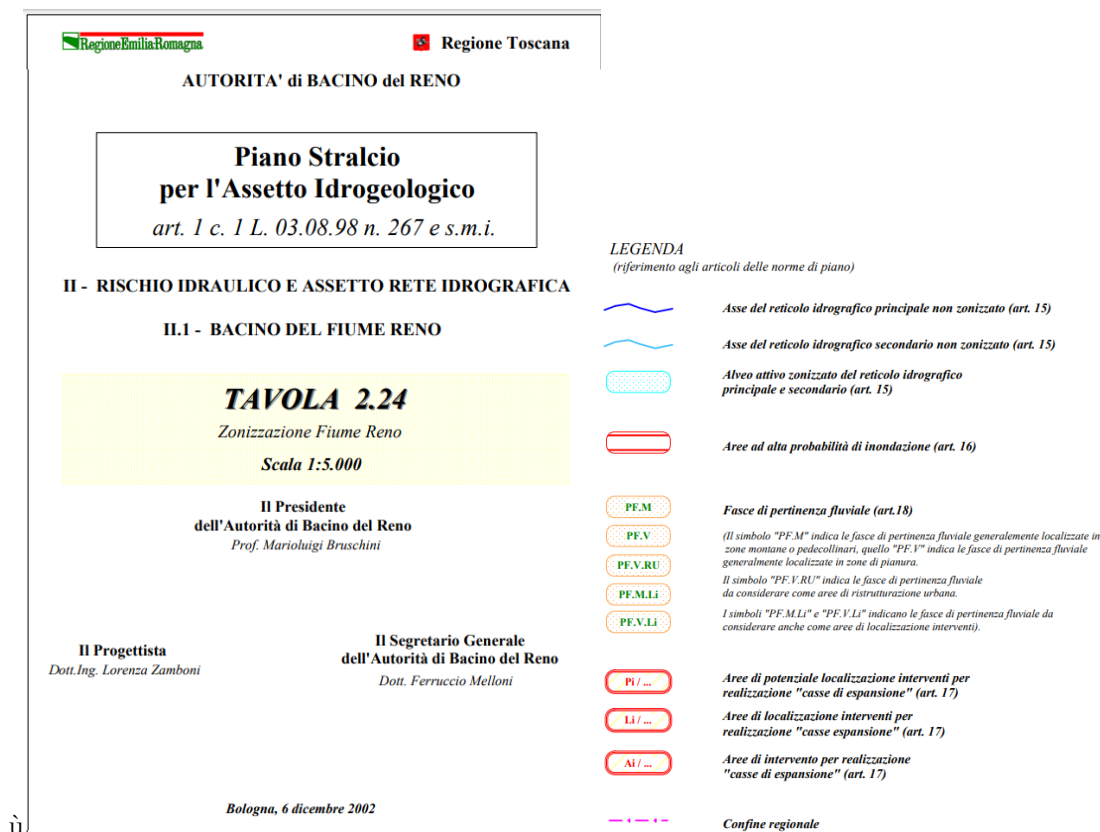


Figura 2-1. Zonizzazione Fiume Reno – Tavola 2.24. Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico del Bacino del Reno.

All'art. 16 si legge:

art. 16 (aree ad alta probabilità di inondazione)

1. Al fine della individuazione e della mitigazione del rischio idraulico elevato e molto elevato, la cui localizzazione è riportata nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica", e della limitazione degli elementi esposti a rischio, il piano individua le "aree ad alta probabilità di inondazione"
2. All'interno delle aree di cui al comma 1, fatto salvo quanto previsto dai successivi commi 6 e 7, può essere consentita la realizzazione di nuovi fabbricati e manufatti solo nei casi in cui essi siano interni al territorio urbanizzato o espansioni contermini dello stesso e la loro realizzazione non incrementi sensibilmente il rischio idraulico rispetto al rischio esistente.
3. All'interno delle aree di cui al comma 1, fatto salvo quanto previsto dai successivi commi 6 e 7, può essere consentita la realizzazione di nuove infrastrutture, comprensive dei relativi manufatti di servizio, solo nei casi in cui esse siano riferite a servizi essenziali, la loro realizzazione non incrementi sensibilmente il rischio idraulico rispetto al rischio esistente e risultino coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile.
4. [...]

5. Nella valutazione dell'incremento di rischio di cui ai precedenti commi 2, 3, e 4 devono essere prese in considerazione le variazioni dei singoli fattori e delle variabili che concorrono alla determinazione del rischio idraulico come definito nell'art. 4 delle presenti norme.
6. Le amministrazioni comunali possono determinare, prescrivendo comunque le possibili misure di riduzione del rischio, di dare attuazione alle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione urbanistica comunale vigenti alla data del 27 giugno 2001 riguardanti aree che dagli elaborati di piano o da successivi approfondimenti conoscitivi non risultino interessate da eventi di piena con tempi di ritorno inferiori od uguali a 30 anni.
7. [...]
8. Sono sottoposti al parere dell'Autorità di Bacino che si esprime in merito alla compatibilità e coerenza degli interventi con i contenuti del presente articolo e con gli obiettivi del piano, seguendo la procedura di cui al comma 4 dell'art. 24:
 - la realizzazione dei nuovi fabbricati di cui al comma 2;
 - la realizzazione delle nuove infrastrutture di cui al comma 3 ad eccezione di quelle al servizio degli insediamenti esistenti;
 - gli ampliamenti, le opere o le variazioni di destinazione d'uso di cui al comma 4 ad esclusione delle opere e trasformazioni di cui ai punti a), b), c), d) del medesimo comma 4.

Di conseguenza, non si rilevano particolari prescrizioni relative a nuove edificazioni e all'installazione di nuove infrastrutture all'interno dell'area in esame.

Mentre le APSFR regionali sono state istituite laddove sono state rilevate situazioni di pericolosità da media a elevata, conseguenti a portate di piena tali da generare criticità di tipo torrentizio e fluviale, tali da coinvolgere aree inondabili di estensione medio/grande che richiedono interventi che possono essere gestiti a livello di singola Regione.

L'area oggetto della presente relazione rientra nella APSFR distrettuale del fiume Reno, come evidenziato nella figura seguente.

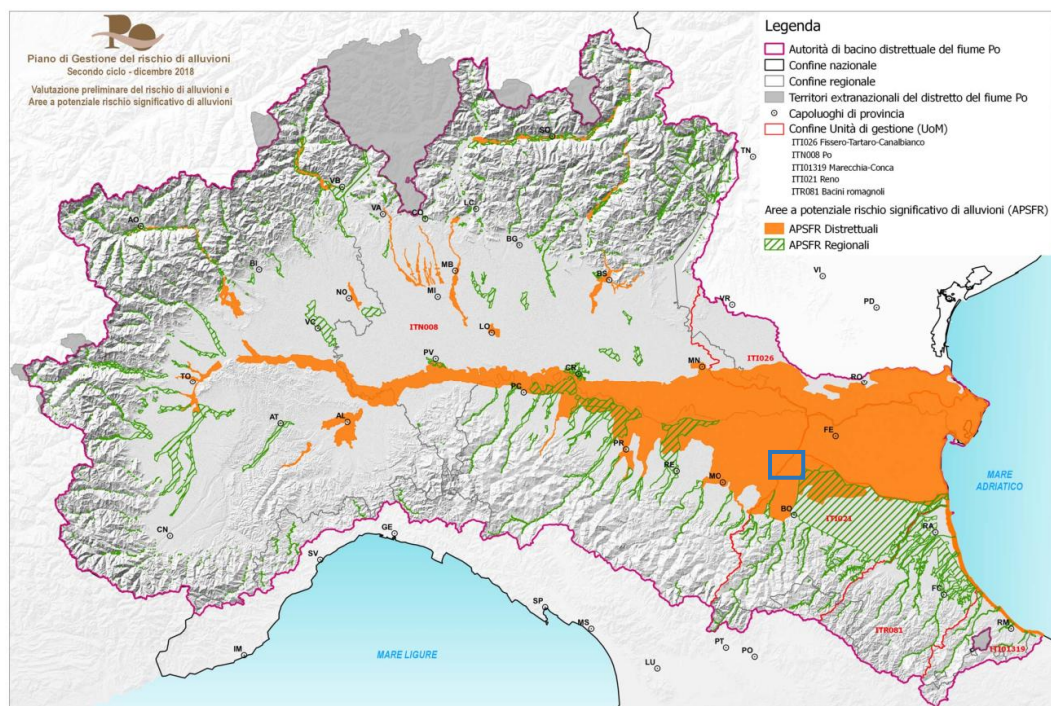


Figura 3-2. Aree a potenziale rischio significativo di alluvione (APSFR).

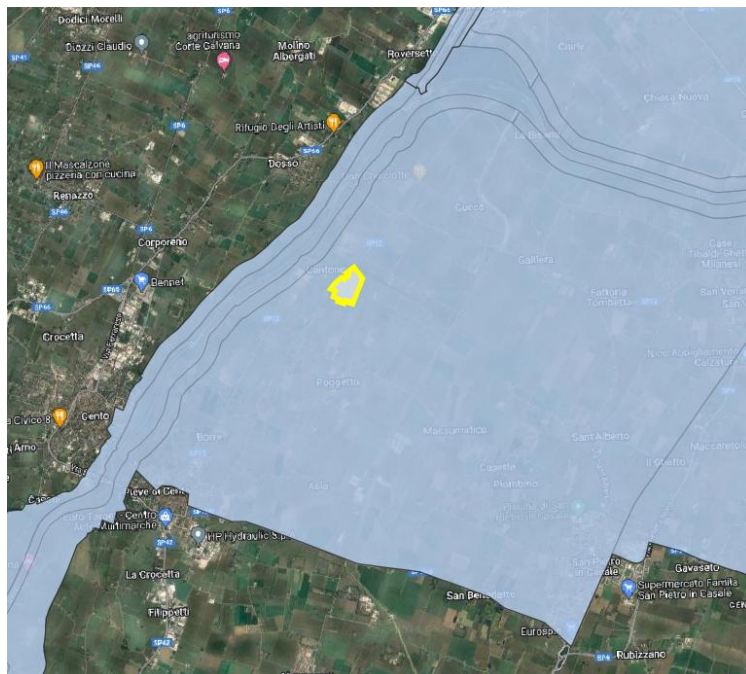
3.1.1 Mappe di pericolosità vigenti – Reticolo di pianura (RP)

Le mappe di pericolosità corrispondono a mappe di potenziale allagamento dovuto a fenomeni di piena aventi un determinato tempo di ritorno, ovvero l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato.

I tempi di ritorno degli eventi di piena fissati dall'AdB sono i seguenti:

- T_R 30 anni, corrispondente alle condizioni di pericolosità P3. Tale piena ha una frequenza di accadimento elevata (H)
- T_R 200 anni, corrispondente alle condizioni di pericolosità P2. Tale piena ha una frequenza di accadimento media (M)
- T_R 500 anni, corrispondente alle condizioni di pericolosità P1. Tale piena ha una frequenza di accadimento bassa (L).

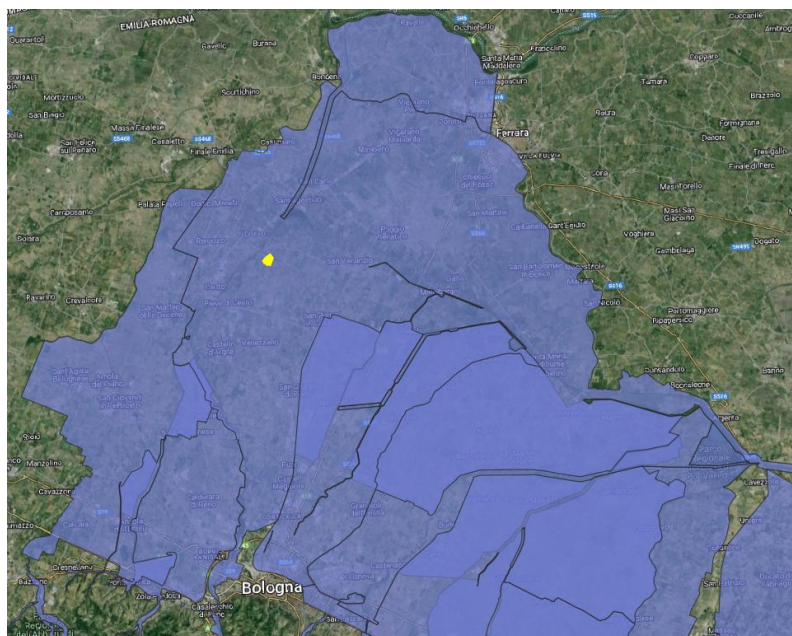
Secondo le mappe attualmente vigenti, relative al Reticolo idraulico Principale, l'area in esame viene inondata da fenomeni aventi T_R 30 anni, corrispondenti a P3; di conseguenza rientra anche nelle condizioni di pericolosità P2 e P1, in quanto relative a fenomeni caratterizzati da portate d'acqua significativamente maggiori e quindi in grado di allagare porzioni di territorio maggiori.



▼ ITI021_P3_RP_20231023

nomeelidr	Fiume Reno
▸ (Derivato)	
▸ (Azioni)	
fid	3034
aa_cd	ITI021_ITBABD_FHM_RP_P3
contatore	236
tr	30
nomeelidr	Fiume Reno
codelidr	0600000000000
nomebac	NULL
codbac	NULL
nomebacs	NULL
codbacs	NULL
ambito	RP
consegnato	ITBABD
dataconseg	23/10/23
p	3
uom	ITI021
scen	H
shape_leng	498151,036996056092903
shape_area	448570536,435837745666504

Figura 3-3. Mappa di pericolosità P3 relativa al Reticolo Principale (RP) e visualizzazione dell'area in esame.



▼ ITI021_P2_RP_20231023

nomeelidr	Fiume Reno
▸ (Derivato)	
▸ (Azioni)	
fid	4956
aa_cd	ITI021_ITBABD_FHM_RP_P2
contatore	260
tr	200
nomeelidr	Fiume Reno
codelidr	0600000000000
nomebac	NULL
codbac	NULL
nomebacs	NULL
codbacs	NULL
ambito	RP
consegnato	ITBABD
dataconseg	23/10/23
p	2
uom	ITI021
scen	M
shape_leng	612362,620210165623575
shape_area	1054590242,619661092758179

Figura 3-4. Mappa di pericolosità P2 relativa al Reticolo Principale (RP) e visualizzazione dell'area in esame.

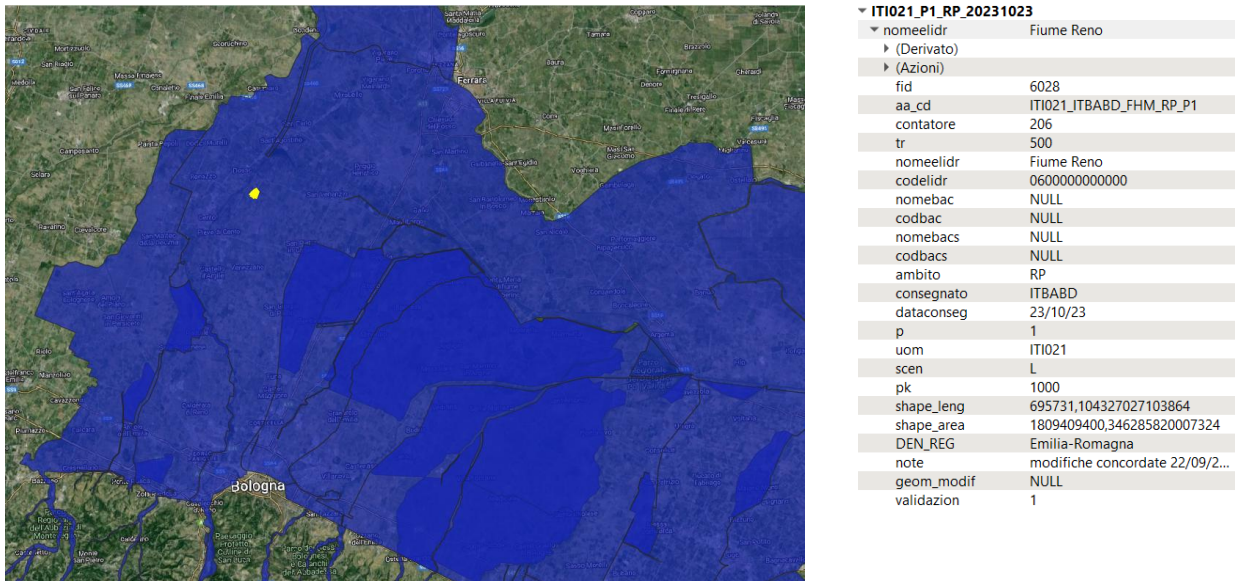


Figura 3-5. Mappa di pericolosità P1 relativa al Reticolo Principale (RP) e visualizzazione dell'area in esame.

All'interno delle mappe di pericolosità attualmente vigenti non vengono fornite informazioni relative alle velocità e ai tiranti idrici che si instaurano durante gli eventi di piena con i diversi tempi di ritorno di riferimento.

Tuttavia, utilizzando i dati pubblicati sul Geoportale dell'AdB Distrettuale del fiume Po relativi all'attività di reporting del secondo ciclo del PGRA verso la Commissione Europea, si possono estrapolare alcune informazioni.

In particolare, secondo tali mappe, risulta che i tiranti idrici che si instaurano per eventi di piena con T_R 30 anni siano superiori ai 2 m.

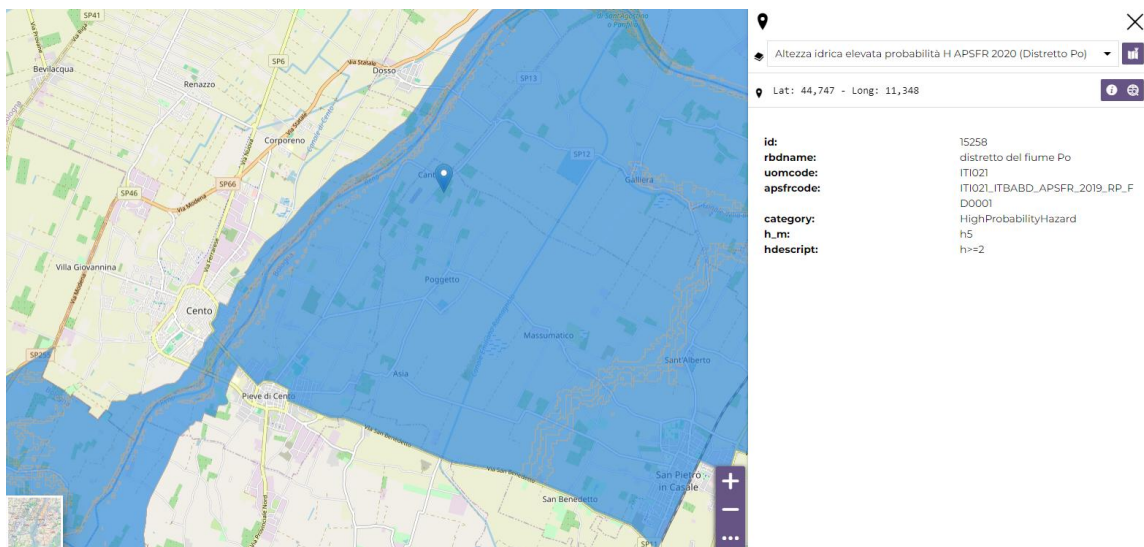


Figura 3-6. Mappa dei tiranti idrici per eventi di piena con T_R 30 anni, secondo le mappe di reporting alla Commissione Europea.

Si evidenzia che tali stime, in ogni caso, derivano da un modello monodimensionale e i tiranti idrici esterni alle arginature sono stati calcolati adottando una metodologia speditiva basata su una griglia di calcolo 10x10m; tale

metodo è basato sulla stima di un indice di allagamento che considera una perdita di carico costante a partire da una o più sorgenti di livello. Tale metodo ha necessitato di notevoli semplificazioni, tra cui nessun controllo sul bilancio idrico, sulla velocità di propagazione dell'onda di piena e sulla sua influenza sulle perdite di carico, di conseguenza le mappe vanno intese come mappe indici del massimo allagamento.

3.1.2 Mappe di pericolosità vigenti – Reticolo Secondario di Pianura

Oltre alle mappe di pericolosità del Reticolo Principale (RP), sono state realizzate anche le mappe di pericolosità relative al Reticolo Secondario di Pianura.

Secondo tali mappe, risulta che l'area in esame viene interessata da allagamenti per T_R 100 anni, aventi quindi Media probabilità di accadimento (P2).

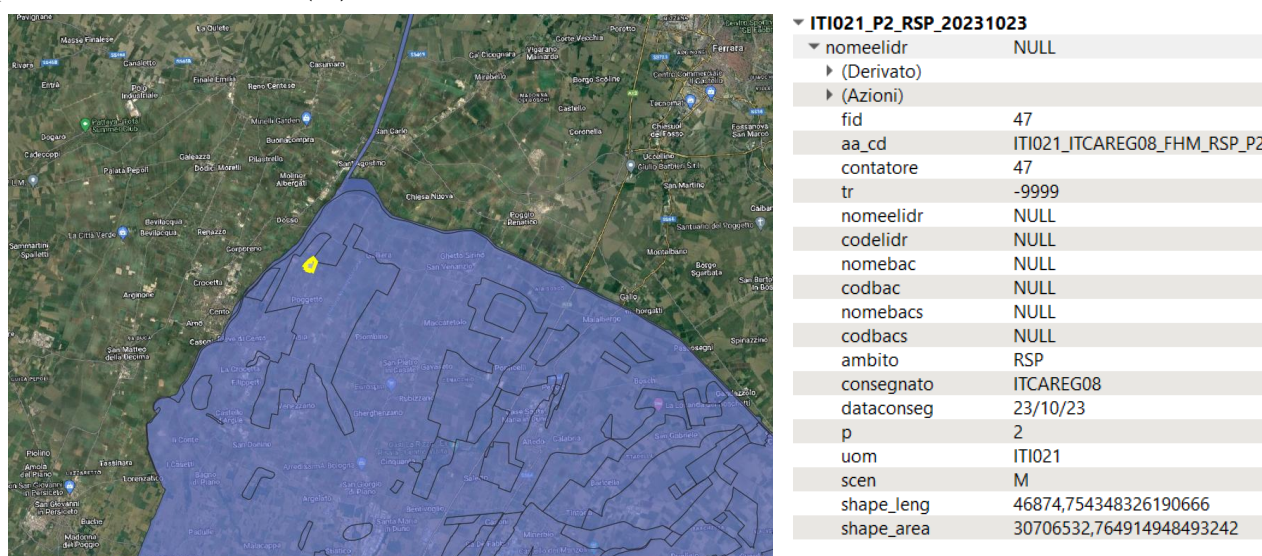


Figura 3-7. Mappa di pericolosità P2 relative al Reticolo Secondario di Pianura (RSP) e visualizzazione dell'area in esame.

3.2 Approfondimenti realizzati nelle APSFR arginate

Successivamente all'aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio del 2019, sono stati eseguiti approfondimenti relativi alle APSFR dotate di sistemi arginali, tra cui rientra anche il fiume Reno.

In particolare è stata sviluppata una modellazione idraulica bidimensionale che ha consentito di migliorare il livello di confidenza e precisione rispetto alle mappe precedenti, anche simulando scenari di allagamento conseguenti a processi di tracimazione e rottura arginale, nel caso in cui i franchi di piena non possano essere contenuti all'interno dei sistemi arginali.

Tuttavia il recepimento di tali analisi all'interno delle aree allagabili complessive e quindi vigenti all'interno del PGRA e delle norme PAI dovrà essere effettuato con Decreto del Segretario Generale.

Tale Decreto non è ad oggi stato approvato e sono in corso ulteriori aggiornamenti delle mappe, anche alla luce delle alluvioni accadute a maggio 2023.

Le analisi ad oggi disponibili sono state condotte ipotizzando due scenari di modellazione:

- Modellazione con il sistema arginale considerato inderodibile, di conseguenza l'allagamento a lato campagna può avvenire solamente per sormonto arginale;
- Modellazione con sistema arginale erodibile: l'allagamento a lato campagna può avvenire sia per sormonto arginale che a causa della formazione di brecce (rotture) arginali.

Gli scenari di piena in questo contesto sono stati definiti secondo idrogrammi con i seguenti tempi di ritorno:

- T_R 25 anni per scenari ad elevata frequenza (H)
- T_R 100 anni per scenari a media frequenza (M)
- T_R 500 per scenari a bassa frequenza (L)

3.2.1 Scenari con arginature inderodibili

Di seguito si presentano le mappe di pericolosità con modellazione eseguita considerando le arginature come inderodibili.

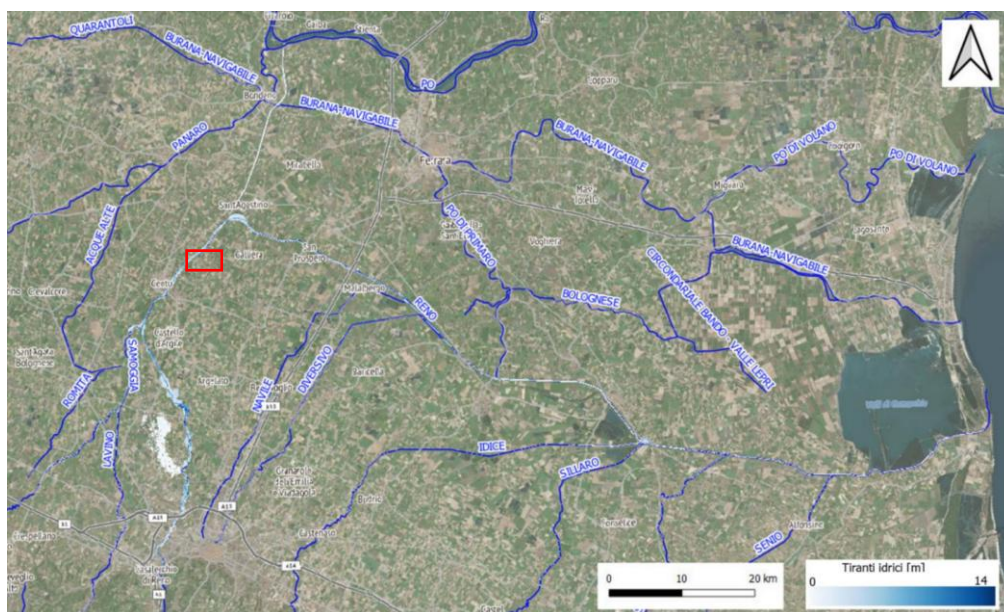
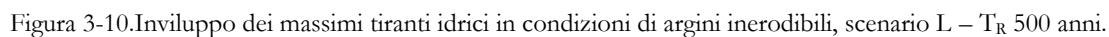
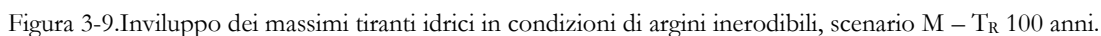


Figura 3-8. Involuppo dei massimi tiranti idrici in condizioni di argini inderodibili, scenario H - T_R 25 anni



- Per piene con T_R 25 anni e arginature inderodibili l'area in esame non viene interessata da allagamenti;
- Per piene con T_R 100 anni e arginature inderodibili l'area in esame viene parzialmente interessata da allagamenti;

- Per piene con T_R 500 anni e arginature inerodibili l'area viene interessata completamente dall'acqua che tracima sia a monte (presso Argelato) che a valle (presso Galliera).

3.2.2 Scenari con arginature erodibili

Di seguito si presentano le mappe di pericolosità con modellazione eseguita considerando le arginature come erodibili e quindi con possibilità di breccia (rottura) arginale.

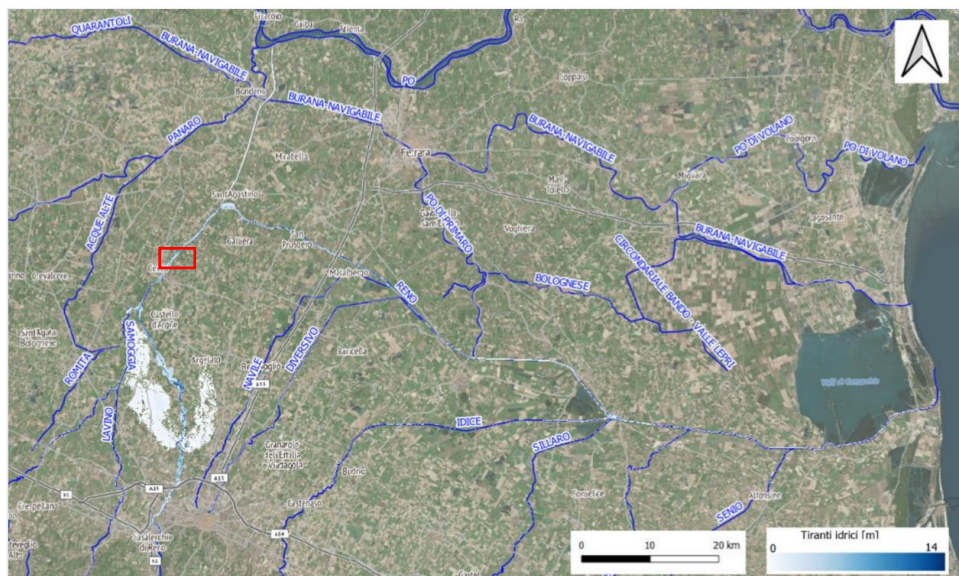


Figura 3-11. Inviluppo dei massimi tiranti idrici in condizioni di argini erodibili, scenario H - T_R 25 anni

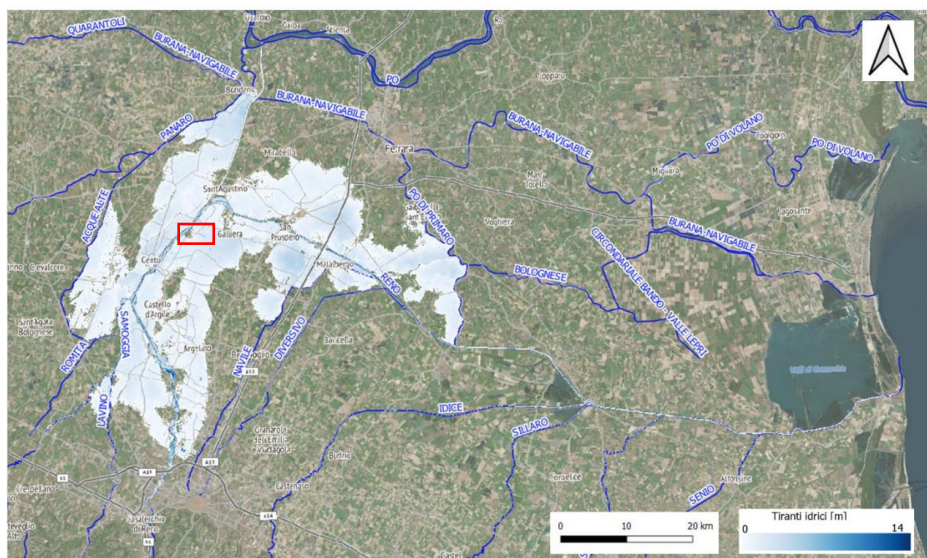


Figura 3-12. Inviluppo dei massimi tiranti idrici in condizioni di argini erodibili, scenario M - T_R 100 anni.

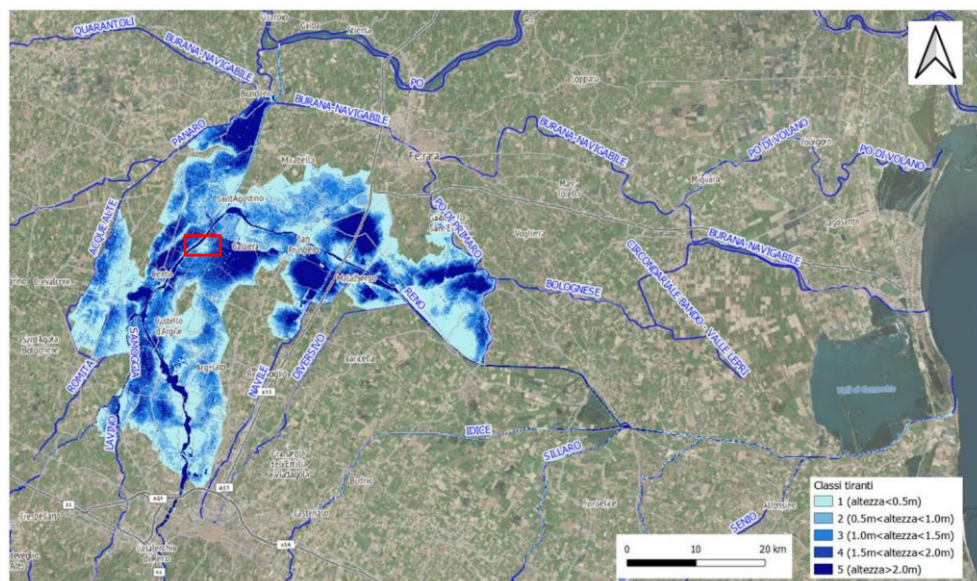


Figura 3-13. Inviluppo dei massimi tiranti idrici espressi in classi, in condizioni di argini erodibili, scenario M – T_R 100 anni.

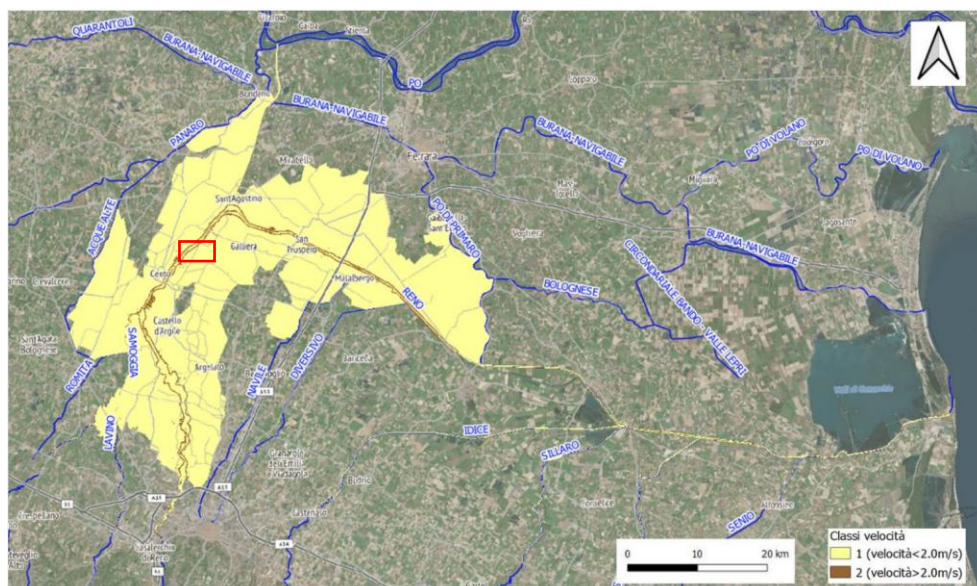


Figura 3-14. Inviluppo delle massime velocità espresse in classi, in condizioni di argini erodibili, scenario M – T_R 100 anni.

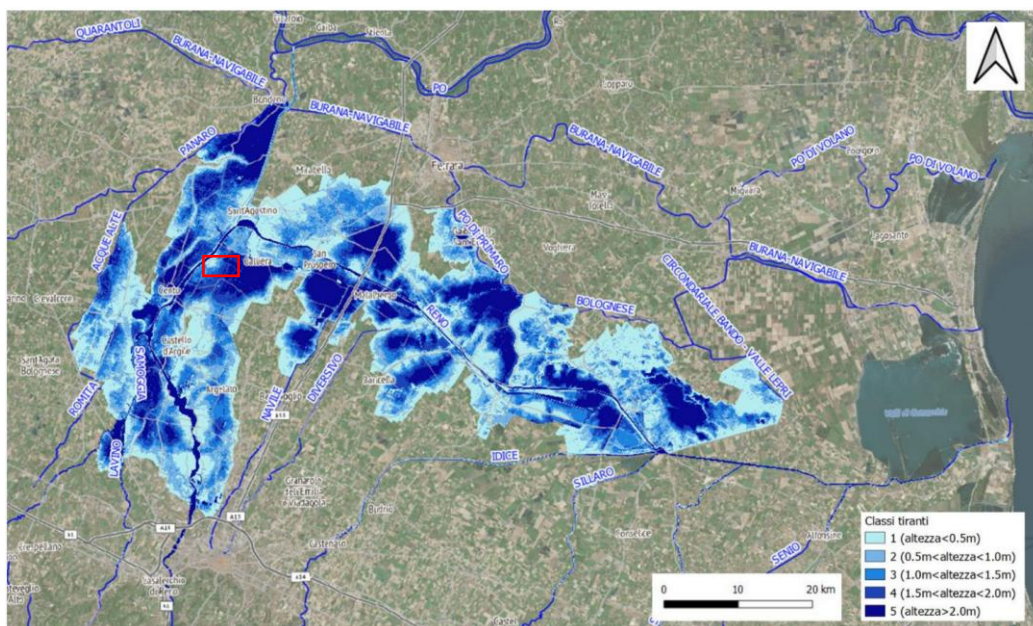


Figura 3-15. Inviluppo dei massimi tiranti idrici espressi per classi in condizioni di argini erodibili, scenario L – TR 500 anni.

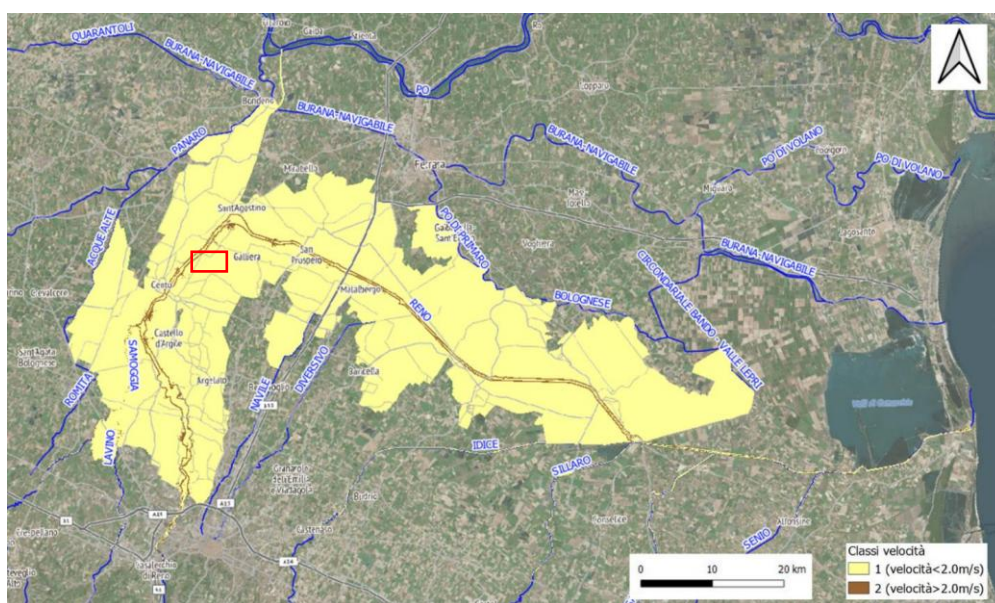


Figura 3-16. Inviluppo delle massime velocità espresse in classi, in condizioni di argini erodibili, scenario L – T_R 500 anni.

Dall'analisi delle mappe di cui sopra, dove per tutti i tempi di ritorno analizzati si ha la formazione di una o più
brecce arginali

- Per piene con T_R 25 anni e arginature erodibili l'area in esame non viene interessata da allagamenti, nonostante la formazione di una breccia nei pressi di Argelato (a monte dell'area in esame);

- Per piene con T_R 100 anni e arginature erodibili l'area in esame viene interessata da allagamenti, con tiranti idrici variabili e velocità inferiori ai 2 m/s.
- Per piene con T_R 500 anni e arginature erodibili l'area viene interessata da allagamenti con tiranti elevati e velocità inferiori ai 2 m/s.

4. EVENTO ALLUVIONALE MAGGIO 2023

A seguito degli eventi alluvionali avvenuti a maggio del 2023 è stato approvato il Piano Speciale preliminare con Determinazione del Commissario Straordinario n. 82 del 23 aprile 2024.

In attesa dell'aggiornamento della pianificazione di bacino, il Piano Speciale preliminare definisce le prime linee di intervento di carattere innovativo e di maggiore sostenibilità ambientale. Il Piano contiene anche alcuni indirizzi normativi riguardanti la pianificazione urbanistica, comportanti in particolare l'esclusione di nuove edificazioni nelle aree allagate e in frana.

Secondo le mappe satellitari pubblicate all'interno del Piano, nelle quali è stato ricostruito il perimetro degli allagamenti accaduti (elaborate tramite tecniche di telerilevamento, fotogrammetria, informazioni, immagini o testimonianze), è possibile notare che l'area in esame non è stata coinvolta dai fenomeni di alluvione. In particolare, analizzando l'immagine sottostante si nota che l'allagamento è circoscritto e sembrerebbe causato da esondazione locale di un canale consortile. Nelle mappe pubblicate non sono presenti dati relativi ai tiranti idrici massimi, ma considerato il fenomeno locale e causato da un canale secondario, si può ragionevolmente ritenere che i tiranti idrici instauratisi a lato campagna siano stati di lieve/media entità.

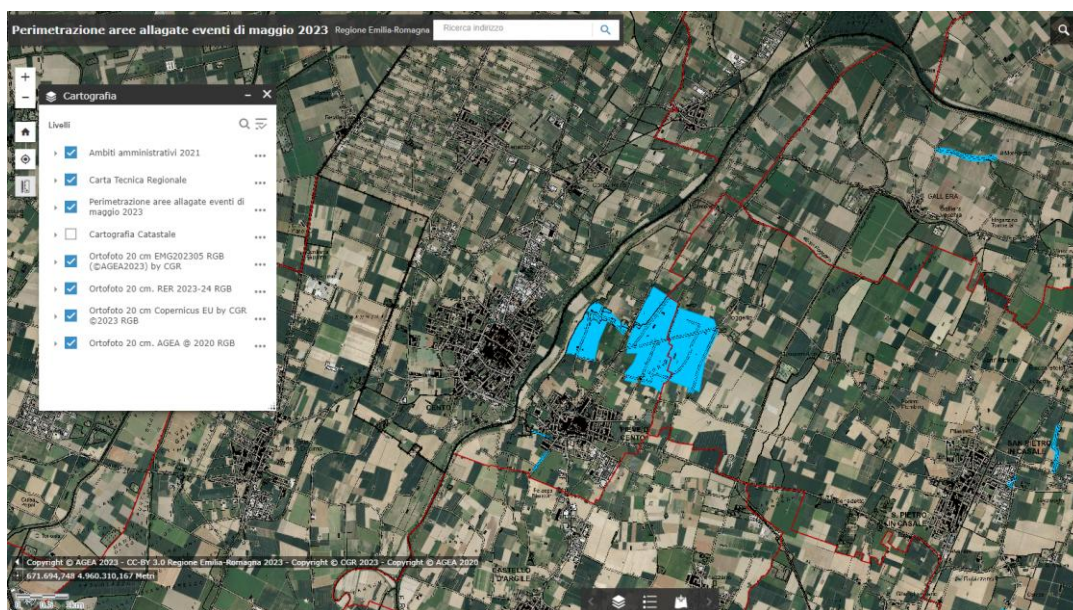


Figura 4-1. Involuppo delle massime velocità espresse in classi, in condizioni di argini erodibili, scenario L – T_R 500 anni.

Fonte: https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/allagam_202305/index.html

5. INTERVENTI DI DIFESA IDRAULICA PROGRAMMATI SUL FIUME RENO

Il PGRA, all'interno del presente ciclo, prevede la realizzazione di svariati interventi finalizzati al miglioramento delle opere di difesa idraulica del territorio.

Di seguito si presenta una lista di alcuni degli interventi più importanti in programmazione:

Tab. 1 Interventi eseguiti o già finanziati/in corso di attuazione non connesse all'evento del maggio 2023

ID	Codice identificativo	Descrizione	Attuatore	Stato di attuazione	Importo (€)	Fonte finanziamento
01	017804	RENO - Galliera, Malalbergo, Molinella, Poggio Renatico - Adeguamento delle sezioni arginali e delle sezioni d'alveo del Fiume Reno	Agenzia sicurezza territoriale e protezione civile	Progettazione ultimata	1.300.000,00	PNRR
02	017807	RENO - Gaggio Montano - Stabilizzazione del piede della frana e sistemazione della sponda in sinistra idraulica del fiume Reno in località Marano, comune di Gaggio Montano (BO)	Agenzia sicurezza territoriale e protezione civile	Progettazione ultimata	1.200.000,00	PNRR
03	22 - FSC 2021/27 F37H21001790001	RENO - Lavori di manutenzione straordinaria su opere di contenimento degli eventi di piena per la messa in sicurezza dei territori e finalizzati al miglioramento dell'assetto idraulico - bacino Reno	Agenzia sicurezza territoriale e protezione civile	In corso	1.250.000,00	MEF
12	BO055A/10-1	RENO - Cassa di espansione per la laminazione delle piene del fiume Reno in località Bagnetto nei comuni di Sala Bolognese e Castello d'Argile (BO) - Stralcio funzionale	Commissario Straordinario attuazione interventi Regione Emilia-Romagna	Ultimato	1.500.000,00	Ministero dell'Ambiente
13	BO055A/10-2	RENO - Cassa di espansione per la laminazione delle piene del fiume Reno in località Bagnetto nei comuni di Sala Bolognese e Castello d'Argile (BO) - Stralcio funzionale.	Commissario Straordinario attuazione interventi Regione Emilia-Romagna	Ultimato	3.500.000,00	Ministero dell'Ambiente
	BO055A/10-3	RENO – SAMOGGIA - Opere per la realizzazione della cassa di espansione per la laminazione delle piene del torrente Samoggia e del Fiume Reno	Commissario Straordinario attuazione interventi Regione Emilia-Romagna	Procedura espropriativa in corso	11.350.000,00	Ministero dell'Ambiente

16	08IR016/G3	RENO - Ringrosso dell'argine in Reno, formazione di parte dell'argine nuovo, viabilità interna e di servizio, adeguamento infrastrutture e servizi.	Commissario di Governo Piano Aree metropolitane Regione Emilia-Romagna	In corso	7.500.000,00	Ministero dell'Ambiente
17	BO106R/10	RENO - Lavori di sistemazione idraulica mediante difese spondali e opere idrauliche F. Reno loc. Lama di Reno	Commissario Straordinario attuazione interventi Regione Emilia-Romagna	In corso di progettazione	424.726,36	Ministero dell'Ambiente

ID	Codice identificativo	Descrizione	Attuatore	Stato di attuazione	Importo (€)	Fonte finanziamento
			Emilia-Romagna			
23	08IR173/G1-1	RENO - Cassa di espansione laterale del f. Reno con invaso allo sfioro di circa 6 Mmc parte in scavo e parte in elevazione, con argini perimetrali di contenimento. Opera nella prima pianura bolognese, in dx idraulica in un'ansa estromessa per salto di meandro.	Commissario Straordinario attuazione interventi Regione Emilia-Romagna	In progettazione	681.625,75	Ministero dell'Ambiente

5.1 Cassa di espansione in loc. Bagnetto

Tra gli interventi di maggiore rilievo presenti all'interno della programmazione del PGRA si rileva la cassa di espansione in loc. Bagnetto, situata a monte della confluenza del fiume Samoggia nel fiume Reno, nel comune di Sala Bolognese (BO). La cassa di espansione ha la funzione di incamerare le portate di picco provenienti sia dal fiume Samoggia che dal fiume Reno, in modo da abbassare i livelli idrici a valle della confluenza, e in tal modo abbassando notevolmente le condizioni di pericolosità dell'area.

La cassa di espansione, in grado di scolmare fino a circa 17 milioni di m³ d'acqua è in corso di realizzazione. In particolare:

- 1° stralcio esecutivo: concluso
- 2° stralcio esecutivo: lavori in corso.
 - Cronoprogramma di progetto: 1090 gg
 - Inizio lavori: primavera 2022
 - Termine lavori previsto: autunno 2025
- 3° stralcio esecutivo: progettazione esecutiva in corso
- Completamento delle opere: espropriazione aree in corso

Considerato che la progettazione e i lavori del 3° stralcio esecutivo sono stati appaltati tramite un appalto integrato, e che per i lavori di completamento sono in corso le procedure di espropriazione, si può ipotizzare che la cassa di espansione potrebbe essere completata circa nel 2035.

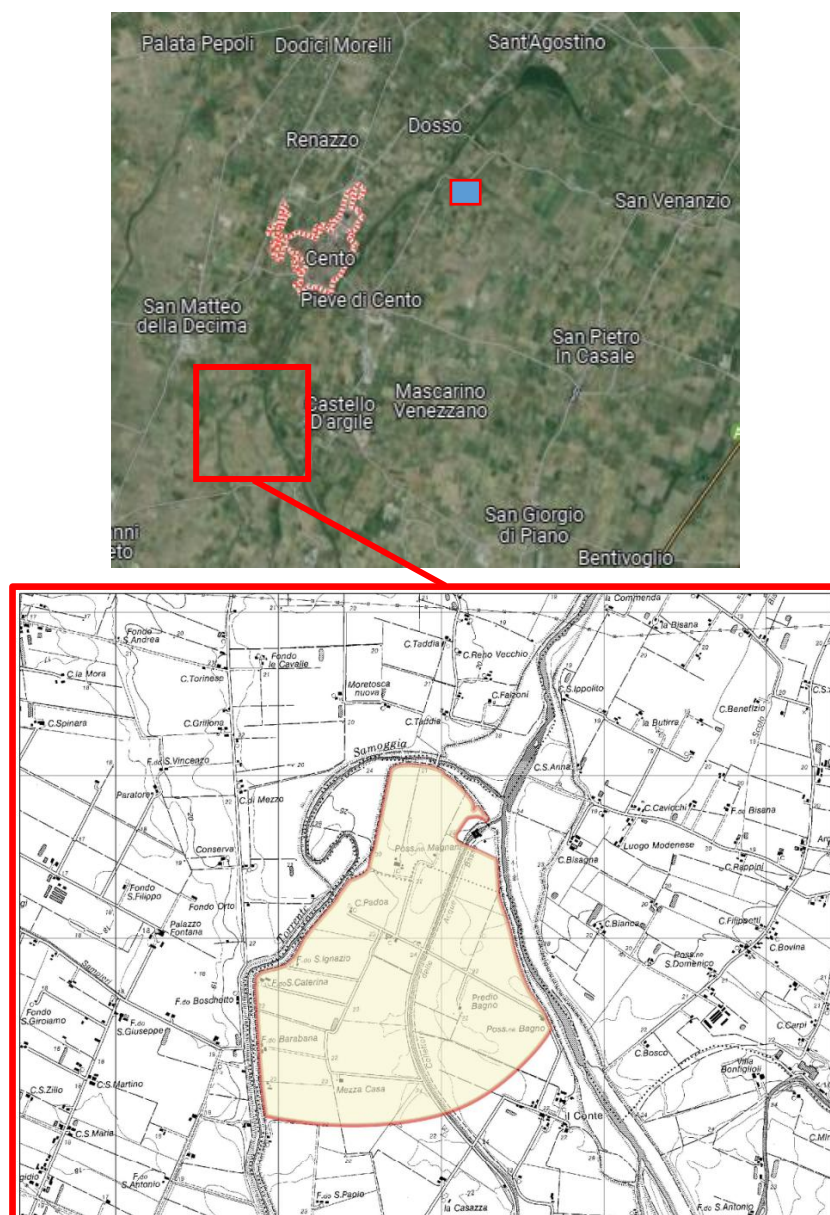


Figura 5-1. Inquadramento della cassa di espansione di Bagnetto.

Si fa presente che, attualmente, nessuna modellazione idraulica pubblicata dall'AdB del Po ha preso in considerazione la presenza della cassa di espansione, non essendo stata ancora ultimata, e quindi non si può valutare adeguatamente l'impatto della stessa sui fenomeni di inondazione.

6. VALUTAZIONE PRELIMINARE SUL LAYOUT DI PROGETTO

Il layout di progetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici e di alcuni cabinati elettrici.

A livello idraulico si ritiene che i pannelli fotovoltaici risultino pressoché invisibili ad un'onda di piena, considerate anche le basse velocità che si instaurerebbero a livello campagna, in caso di tracimazione o rotta arginale.

Di conseguenza si ritiene che l'installazione di un parco di pannelli fotovoltaici non vada ad incrementare le condizioni di pericolosità dell'area e non aggravi le condizioni di pericolosità delle aree circostanti.

Per quanto riguarda l'installazione dei cabinati elettrici, essi verranno posizionati su dei terrapieni rialzati di circa 1.50 m rispetto al piano campagna. Inoltre, i cabinati elettrici verranno predisposti di prese d'aria a quote superiori ai 2 m. Si riporta di seguito uno schema tipologico di installazione dei cabinati elettrici.

VISTA 3

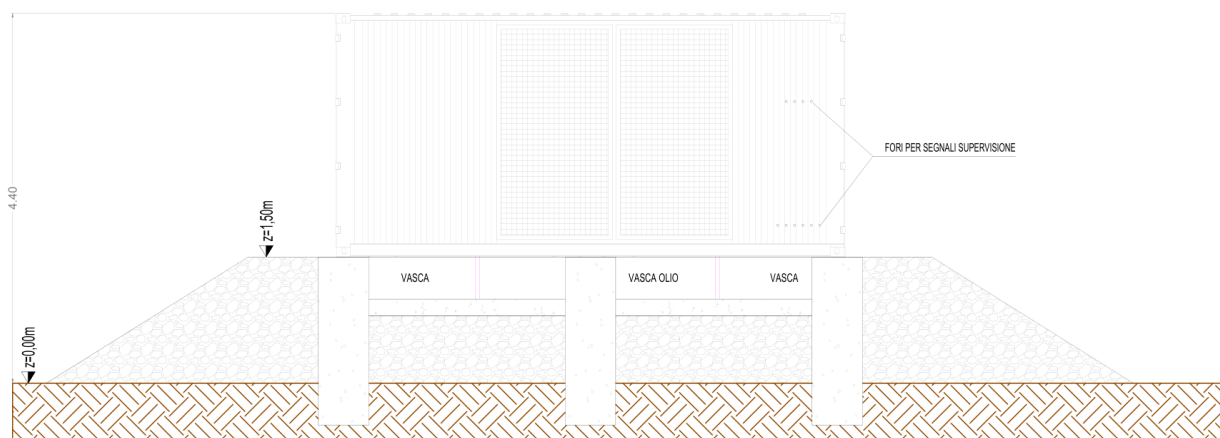


Figura 6-1. Schema di posizionamento dei cabinati elettrici.

Considerato che

- le mappe di alluvione attualmente vigenti non forniscono valori di altezza dei tiranti idrici nell'area di interesse,
- secondo le mappe di esondazione relative al Reporting alla Commissione Europea (che si ricorda non essere vigenti) si ottiene un'altezza idrica pari a 2 m per tutta l'area a lato campagna. Il calcolo dell'altezza d'acqua a lato campagna tuttavia non risulta accurato, come riportato nella stessa relazione esplicativa correlata alle suddette mappe.
- Secondo le mappe di pericolosità di maggiore dettaglio pubblicate all'interno del documento del PGRA denominato "Approfondimento delle APSFR arginate", seppure non vigenti, l'area non viene alluvionata per piene aventi T_R 25 anni.

Alla luce di ciò, si ritiene che tale layout progettuale sia in condizioni di sicurezza per piene aventi T_R 30, ovvero con Pericolosità Elevata.

Inoltre, considerato che durante eventi alluvionali con allerta della protezione civile non dovrà essere presente personale all'interno di tali manufatti, si ritiene che le condizioni di rischio, anche in caso di eventi alluvionali con tiranti a lato campagna superiori all'altezza del terrapieno, siano relative alla sola strumentazione interna ai cabinati.

7. INVARIANZA IDRAULICA

L'area in esame è oggetto di misure di sicurezza idraulica inerenti al principio di invarianza idraulica:

- si trova all'interno del bacino imbrifero di pianura e pedecollinare del fiume Reno, come si verifica nella tavola sottostante, tratta dallo PSAI del Reno;
- si trova nell'Ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura nella Tavola 3 del PTM della Città Metropolitana di Bologna.

Tali aree sono normate dall'art. 20 delle NTA dello PSAI del fiume Reno, per il controllo degli apporti meteorici, con lo scopo di “non incrementare gli apporti di acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua”.

L'art. 20 recita che “[...] per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche; sono inoltre escluse le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto.”

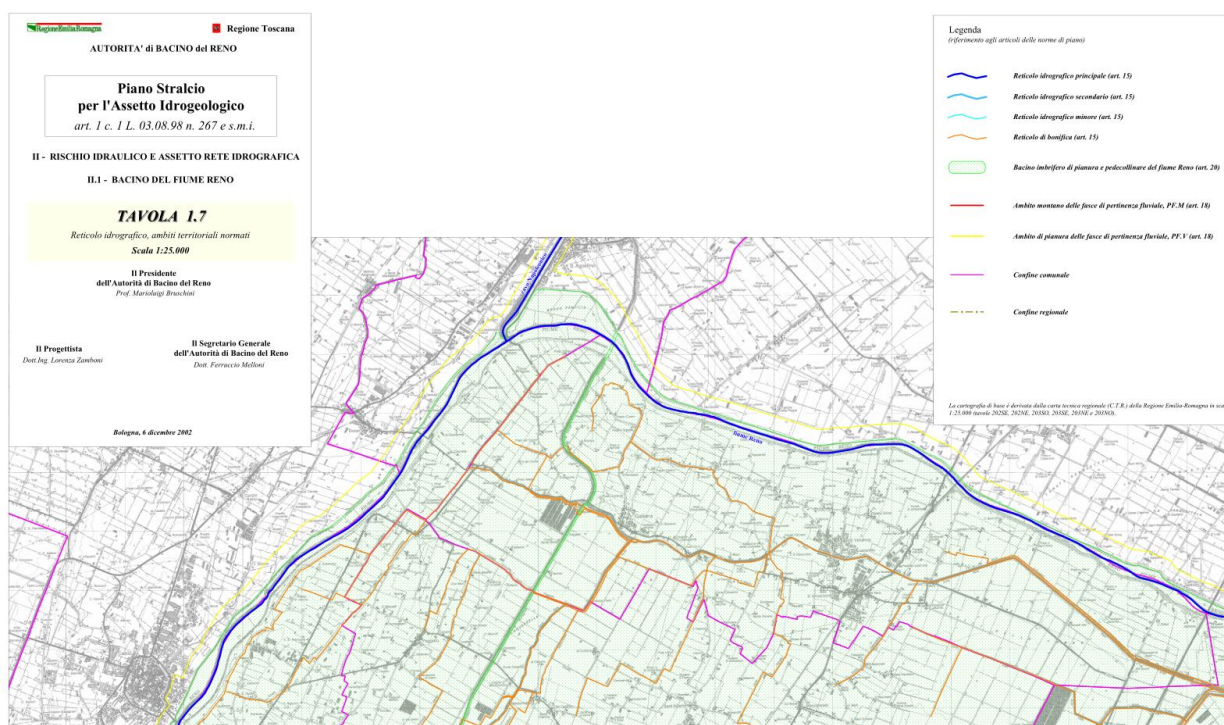


Figura 7-1. “Tavola 1.7 – Reticolo idrografico, ambiti territoriali normati” – PSAI del Bacino del fiume Reno – Titolo II – Rischio idraulico e assetto rete idrografica.

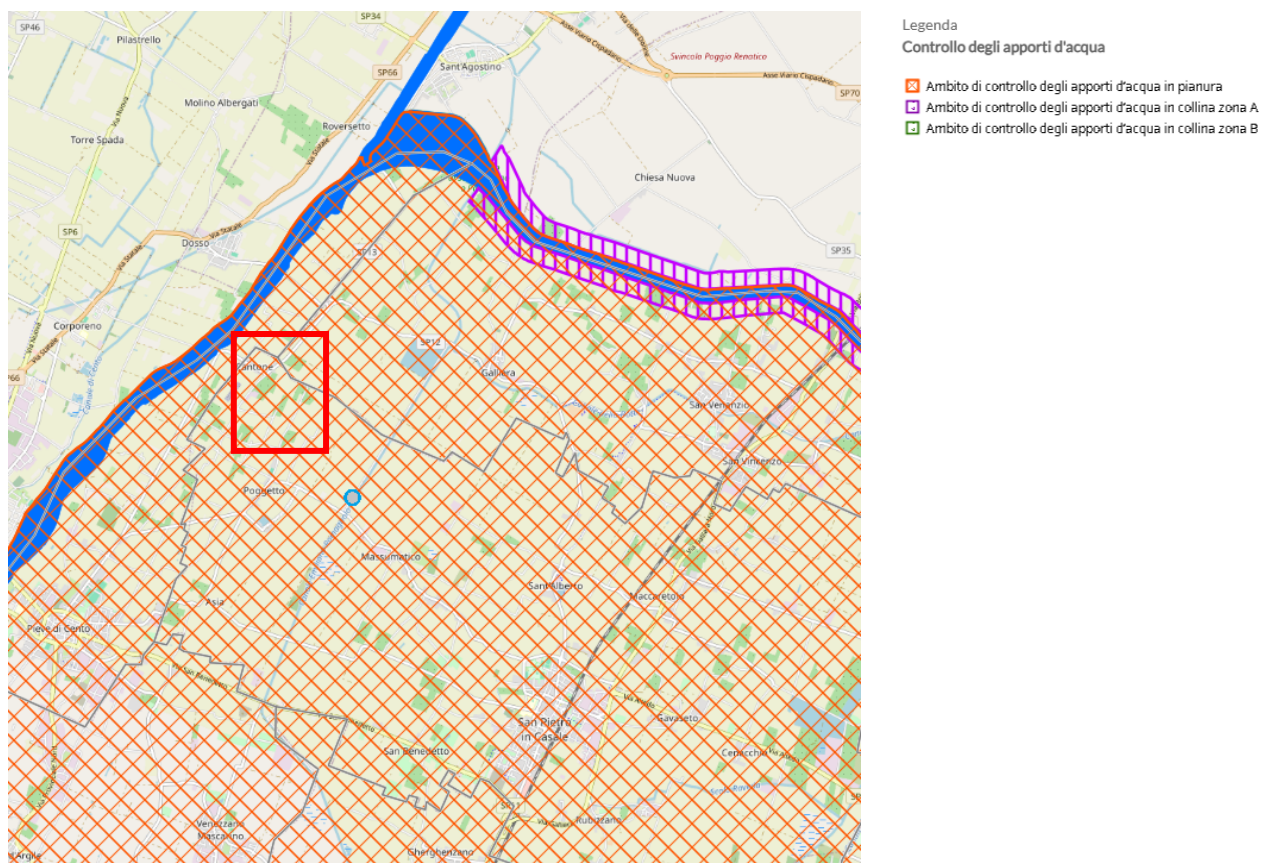


Figura 7-2. “Tavola 3 – Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti” – PTM della Città Metropolitana di Bologna.

7.1 *Calcolo delle superfici impermeabilizzate e dei volumi da laminare*

La superficie complessiva della zona oggetto di trasformazione è pari a:

- Superficie di interesse catastale 21.8 Ha
- Superficie di interesse recintata 18.2 Ha

Per il calcolo delle superfici impermeabilizzate si è considerata la superficie complessiva dei pannelli fotovoltaici installati, delle opere accessorie all'impianto (cabine, magazzini, PCS, ecc.) e delle strade di servizio interne, in quanto il resto dell'area viene mantenuta a verde agricolo. Si fa presente in ogni caso che considerare come impermeabili le aree coperte da pannelli fotovoltaici risulta un approccio cautelativo, in quanto al di sotto dei pannelli, dove è presente la coltura agricola praticata, l'acqua è in grado di infiltrarsi nel terreno.

Superficie complessiva [m ²]	Viabilità[m ²]	Totale[m ²]
76'075	6'000	82'075

Considerando quindi il coefficiente di $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ necessari per garantire l'invarianza idraulica, nell'area è necessario garantire un **volume di laminazione** pari a $4'103.75 \text{ m}^3$.

7.2 Soluzione progettuale per la laminazione degli apporti idrici

La soluzione progettuale per la laminazione degli apporti idrici consiste nello sfruttamento e nel ridimensionamento della rete dei fossi scolanti interni all'area di progetto.

Di seguito si riporta un estratto della rete dei fossi di scolo, dove sono indicate le direzioni di deflusso.



Figura 7-3. Planimetria su base ortofoto dei canali di scolo interni all'area e del canale recettore esterno all'area

I canali dal n.1 al n.3 defluiscono verso il canale n.4, che a sua volta defluisce verso il canale ricettore esterno; i canali dal n.5 al n.7 defluiscono verso il canale n.8, che defluisce verso il canale ricettore esterno.

Di seguito si riporta il Digital Terrain Model (DTM) derivante da volo aerofotogrammetrico, tramite il quale è stato possibile verificare le pendenze di deflusso e le sezioni dei canali nelle condizioni di stato di fatto.

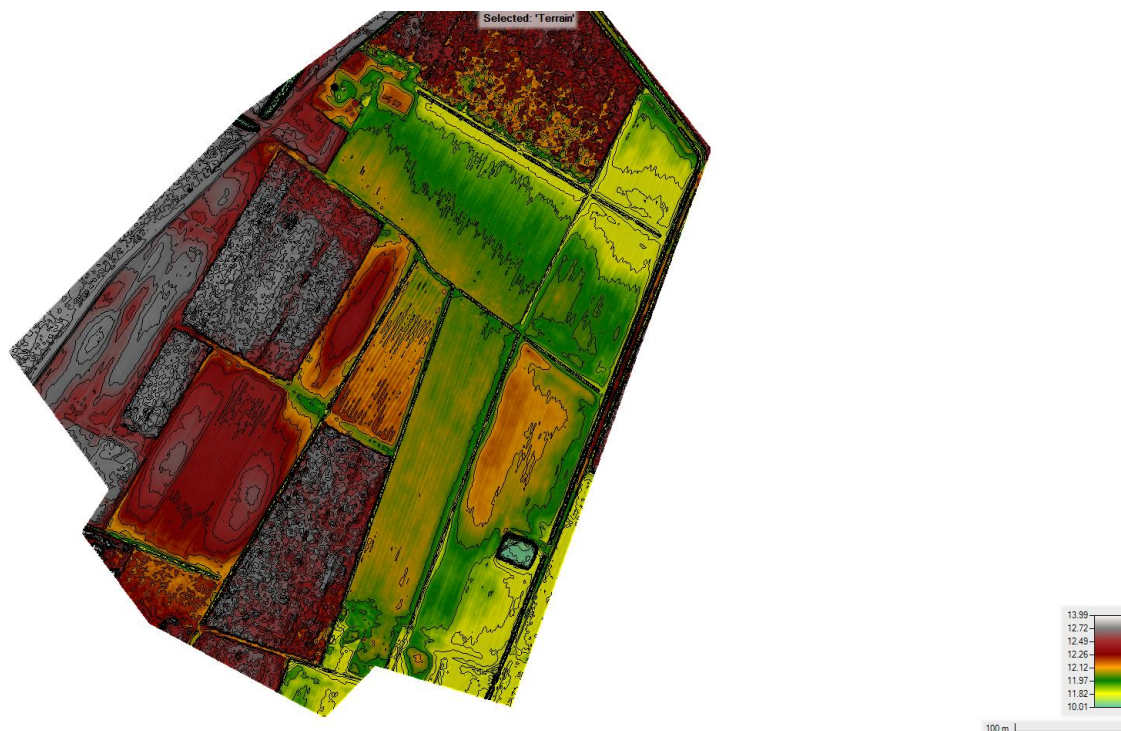


Figura 7-4. Digital Terrain Model (DTM) dell'area, dove è possibile apprezzare visivamente la presenza dei canali di scolo.

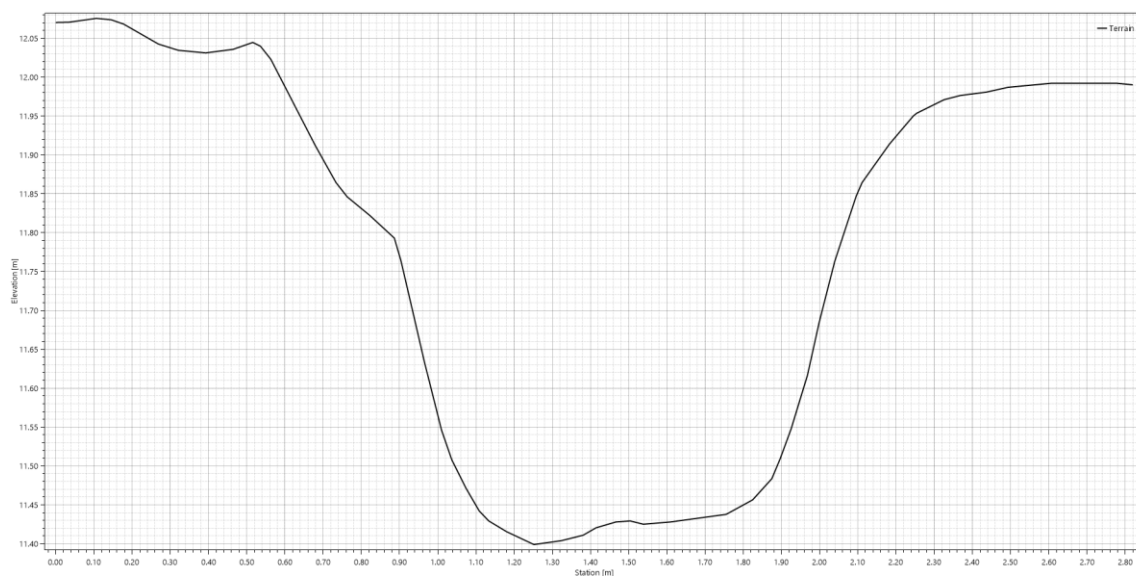


Figura 7-5. Sezione trasversale del canale n.4.

La rete di scolo nelle condizioni di stato di fatto presenta le seguenti dimensioni, dove le sezioni sono state riportate, per semplicità comprensiva, a forma di trapezio rovesciato.

Canale	Lunghezza [m]	Base Maggiore SdF [m]	Base Minore SdF [m]	Altezza SdF [m]	Area Sezione SdF [m]	Volume SdF [m]
1	380	4	0.6	0.56	1.288	489.44
2	300	2.2	0.4	0.39	0.507	152.1
3	280	2.2	1	0.32	0.512	143.36
4	290	1.9	0.6	0.59	0.7375	213.875
5	115	2	1	0.22	0.33	37.95
6	175	1.9	0.5	0.43	0.516	90.3
7	100	2.3	1.1	0.32	0.544	54.4
8	80	1.5	0.7	0.43	0.473	37.84
Totale						1219.265

Risulta evidente come il volume attualmente garantito dalla rete di scolo non sia sufficiente a laminare le portate, così come richiesto dal PSAI del Reno.

Nella tabella sottostante si riportano le dimensioni dei canali di scolo nello stato di progetto, a seguito di ridimensionamento delle sezioni.

Canale	Lunghezza [m]	Base Maggiore SdP [m]	Base Minore SdP [m]	Altezza SdP [m]	Area Sezione SdP [m]	Volume SdP [m]
1	380	4.5	2.25	1	3.375	1651.86
2	300	3	1.5	1.1	2.475	376.4475
3	280	3	1.5	1.1	2.475	354.816
4	290	5	2.5	1.5	5.625	1203.047
5	115	3	1.5	1.1	2.475	93.92625
6	175	3	1.5	1.1	2.475	223.4925
7	100	3	1.5	1.1	2.475	134.64
8	80	3	1.5	1.1	2.475	93.654
Totale						4131.883

Come è possibile verificare nella tabella soprastante, i volumi di laminazione richiesti dall'art. 20 delle NTA del PSAI del Bacino del Reno sono verificati nello stato di progetto.

Inoltre, si evidenzia che all'interno dell'area è presente un macero, con pianta rettangolare (circa 23x30 m), in grado di raccogliere più di 1'000 m³ di acqua meteorica. Per tale ragione non si è ritenuto necessario garantire un franco di sicurezza ai volumi di laminazione su determinati.

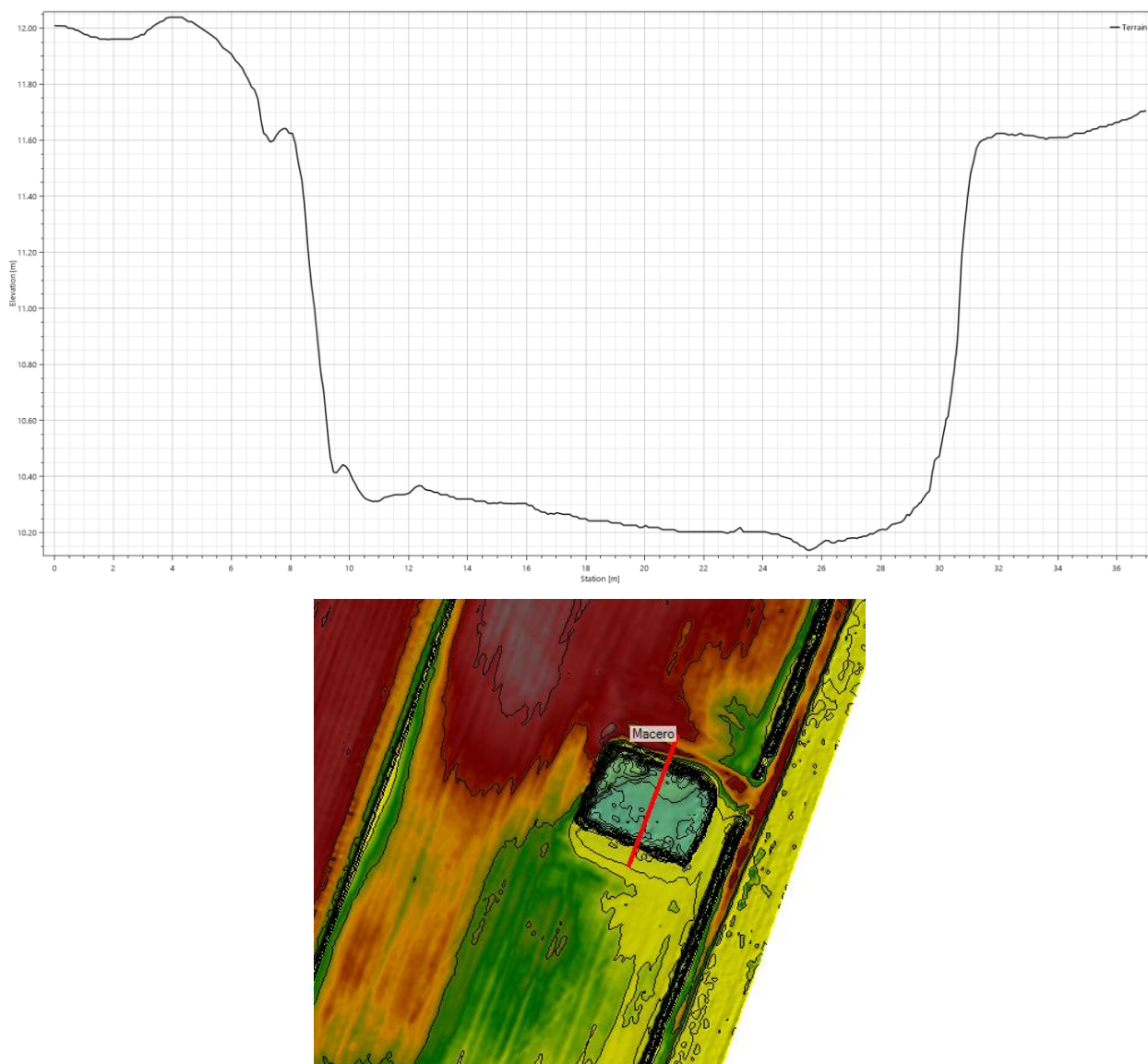


Figura 7-6. Inquadramento del macero su base DTM e relativa sezione trasversale.

7.3 *Controllo delle portate in uscita*

Per garantire il corretto funzionamento del principio di laminazione è necessario soddisfare due condizioni:

- Svuotamento completo dei bacini di laminazione, laddove il volume di laminazione viene calcolato considerando i bacini vuoti;
- Portata controllata in uscita dall'area di progetto, per evitare di sovraccaricare la rete drenante.

Di conseguenza sarà necessario realizzare un'opera di regimazione delle portate in uscita, consistente nella chiusura dei fossi n.4 e n.8 a monte dell'immissione nel corpo idrico di recapito, fatta eccezione per l'installazione di una

bocca tarata (tubazione di opportuno diametro) sul fondo dell'alveo la quale connetta idraulicamente il canale di scolo con il corpo idrico recettore.

Il Consorzio della Bonifica Renana, in qualità di Autorità idraulica competente, impone un vincolo alle portate afferenti alla rete di scarico pari a 10 l/s per ettaro di superficie.

L'area in esame ha un'estensione pari a 21.2 ha; quindi il **limite massimo per le portate in uscita è pari a 212 l/s**.

La verifica delle portate in uscita viene fatta considerando i canali in condizioni *bankfull*, ovvero con il tirante idrico massimo. La portata uscente viene calcolata tramite la formula di foronomia per le luci a battente a spigolo vivo:

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Dove:

- μ è il coefficiente di contrazione, a cui si attribuisce un valore pari a 0.61
- S è la sezione della tubazione in uscita
- h è la distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero dell'acqua.

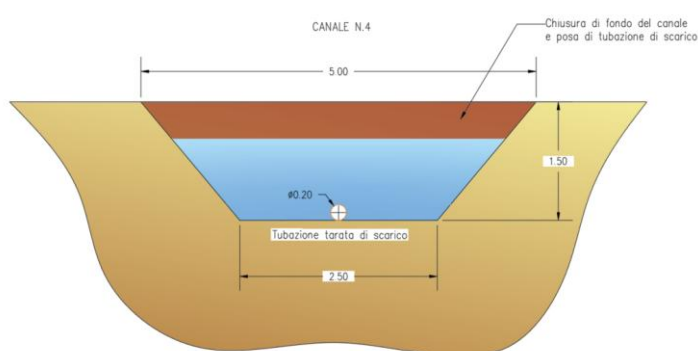
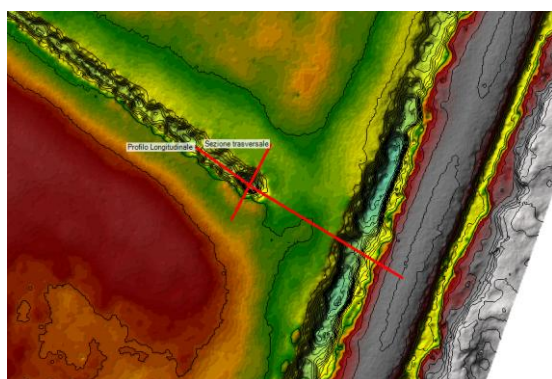
Nella tabella sottostante si riportano le dimensioni delle tubazioni di uscita e la relativa portata. La portata in uscita risulta inferiore rispetto ai limiti di scarico in quanto l'utilizzo di diametri di classe superiore comporterebbe un incremento di portata tale per cui si andrebbe a superare il limite di 212 l/s.

Canale	Altezza sezione [m]	Diametro tubazione [m]	Portata in uscita [l/s]
4	1.5	0.2	100
8	1.1	0.2	85
Totale			185

Si riportano di seguito i dettagli tipologici dell'opera di scarico relativa al canale n.4. La tipologia di scarico del canale n. 8 sarà la medesima del canale n.4 riportata di seguito.

Planimetria dello scarico sul canale n.4:

Sezione trasversale:



Profilo longitudinale:

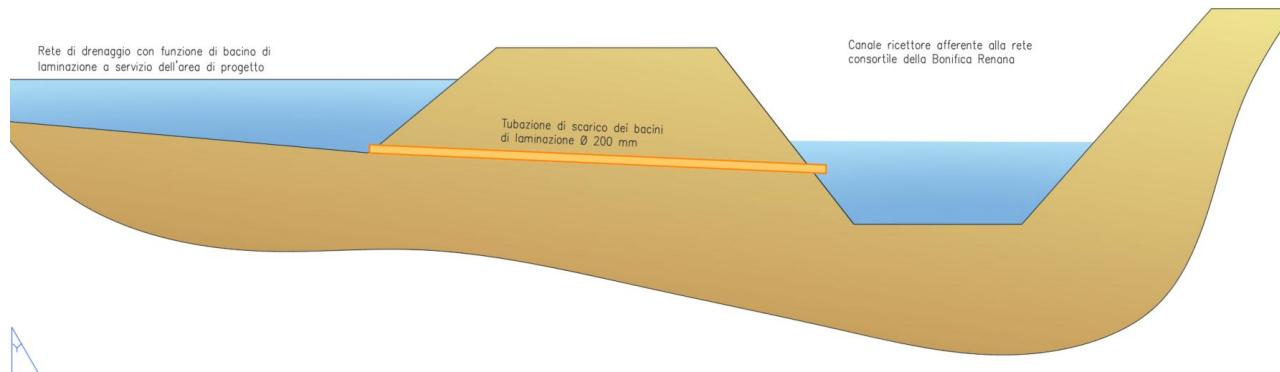


Figura 7-7. Dettagli tipologici dello scarico del canale n.4 verso il canale ricettore.

8. CONCLUSIONI

Alla luce della documentazione esposta nei capitoli precedenti e del contesto dell'area in esame, si possono fare alcune considerazioni conclusive:

- Secondo le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PSAI) dell'Autorità di Bacino del Reno, l'area in esame non presenta particolari prescrizioni o situazione ostative alla realizzazione delle opere in progetto;
- Secondo gli strumenti pianificatori attualmente vigenti l'area in esame è situata in area ad alta probabilità di inondazione (P3), in particolare viene inondata con piene aventi tempo di ritorno pari a 30 (e maggiori);
- Secondo studi idraulici bidimensionali aggiornati (e pubblicati sul sito del PGRA) ma non ancora approvati, l'area in esame rientra nella pericolosità P2 e quindi viene inondata con piene aventi tempi di ritorno pari a 100 anni (e maggiori) a causa della formazione di rotte arginali;
- L'area non è stata interessata dai fenomeni alluvionali di maggio 2023;
- Gli interventi di difesa idraulica in corso di progettazione e in corso di ultimazione, in particolare la cassa di espansione di Bagnetto, permetteranno di abbattere notevolmente la pericolosità idraulica nell'area in esame. Si fa presente in ogni caso che il rischio non potrà mai essere nullo, considerate le caratteristiche di vicinanza ad un fiume con un bacino idrografico molto ampio e le caratteristiche di subsidenza dell'area;
- Il layout di progetto, che prevede l'installazione di cabinati elettrici rialzati rispetto al piano campagna di circa 1.50 m, si ritiene essere in condizioni di sicurezza per quanto riguarda le piene con T_R 30 anni. Si riserva in ogni caso di aggiornare la quota di rialzo alla luce di eventuali aggiornamenti delle mappe di pericolosità del PGRA;
- L'area necessita di opere di invarianza idraulica ai sensi dell'art. 20 delle NTA del PSAI del Bacino del Reno: tali opere verranno realizzate tramite il ridimensionamento dei fossi di scolo già presenti all'interno dell'area;
- La restituzione delle portate di laminazione verso il corpo idrico superficiale ricettore verrà regimata ponendo delle bocche tarate, opportunamente dimensionate, a monte dell'immissione nel CIS.